

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BEST AVAILABLE COPY

(11)Publication number: 08102865

(43)Date of publication of application: 16.04.1996

(51)Int.Cl.

H04N 1/46
G06F 15/18
G06T 1/00
G09G 5/06
H04N 1/60

(21)Application number: 07180455

(22)Date of filing: 17.07.1995

(71)Applicant:

(72)Inventor:

FUJI XEROX CO LTD

MURAI KAZUMASA

KITA SHINJI

KOKATSU HITOSHI

(30)Priority

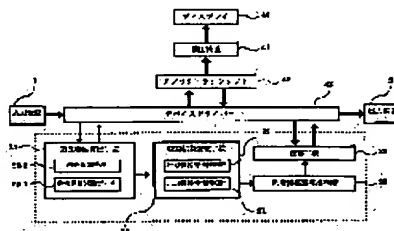
Priority number: 06182368 Priority date: 03.08.1994 Priority country: JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR DECIDING COLOR CONVERSION COEFFICIENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To generate grid point data for realizing a look-up table which enables color conversion with high precision by deciding the input/output characteristic of a device by means of a differential continuous function based on a discrete conversion pair and deciding the color conversion coefficient of a color converting method based on a look-up table system from the function.

CONSTITUTION: A color conversion coefficient calculating means 20 retrieves input equipment characteristic information and output equipment characteristic information inside an equipment characteristic storage means 22 by an indication from an application software 42 and temporarily generates the conversion coefficient required necessary for required input/output color conversion. The color conversion coefficient generated by the color conversion coefficient calculating means 20 is induced to an arithmetic means 24 consisting of an look-up table operation. After the color conversion coefficient is induced to the arithmetic means 24, a series of picture data inputted from the application software 42 is processed by the arithmetic means 24, converted into required output device picture data and transmitted to the application software 42.



2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-102865

(43) 公開日 平成8年(1996)4月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/46				
G 0 6 F 15/18	5 5 0 G	8837-5L		
G 0 6 T 1/00				

H 0 4 N 1/ 46 C
G 0 6 F 15/ 66 N

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-180455

(22) 出願日 平成7年(1995)7月17日

(31) 優先権主張番号 特願平6-182368

(32) 優先日 平6(1994)8月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂三丁目3番5号

(72) 発明者 村井 和昌

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 喜多 伸児

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 小勝 斉

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ
クなかい富士ゼロックス株式会社内

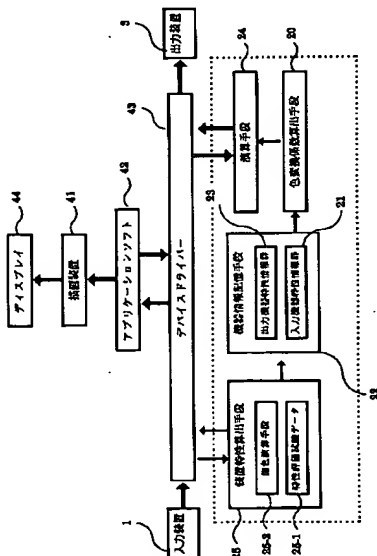
(74) 代理人 弁理士 小堀 益

(54) 【発明の名称】 色変換係数決定方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 ニューラルネットワークと概ね同精度の色変換を可能とするルックアップ・テーブルを実現するための格子点データを作成すると、及び、ニューラルネットワークに代表される微分連続関数の係数を作成すること。また、入出力装置の色再現特性を微分連続関数で再構成することにより、補間誤差を減少させること。

【構成】 入力色座標値をカラー画像出力装置の色材座標値に変換するルックアップ・テーブルの格子点データを決定、ないし微分連続関数で再構成する方法であって、離散変換対をもとに、微分連続関数で装置の入出力特性を決定し、その関数からルックアップ・テーブル方式ないしは連続関数に基づく色変換方法の色変換係数を決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換する色変換方法であって、

予め与えられた離散点の変換情報に基づき、微分可能な関数を用いて色変換係数を算出する色変換係数算出工程と、

算出された前記色変換係数によりルックアップテーブル演算または微分可能な関数演算の色変換係数を生成し、第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換する演算工程と、からなることを特徴とする色変換方法。

【請求項 2】 前記色変換係数を算出するための微分可能な関数は、階層型ニューラルネットワークであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換方法。

【請求項 3】 前記第 1 の色信号を前記第 2 の色信号に変換する演算工程の微分可能な関数は、階層型ニューラルネットワークであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換方法。

【請求項 4】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、ルックアップテーブルの格子点データであることであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換方法。

【請求項 5】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、複数組からなるルックアップテーブルの格子点データであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換方法。

【請求項 6】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、ルックアップテーブルの格子点データおよび当該格子点データにおける色再現の可否を表す情報からなることを特徴とする請求項 1 記載の色変換方法。

【請求項 7】 第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換する色変換装置であって、

微分可能な関数からなる色変換係数算出手段と、ルックアップテーブルからなる演算手段とからなり、前記色変換係数算出手段は、予め与えられた離散点の変換情報をもとに前記演算手段の係数を算出し、前記演算手段は、前記色変換係数算出手段により算出された係数に基づいて第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換することを特徴とする色変換装置。

【請求項 8】 第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換する色変換装置であって、微分可能な関数からなる色変換係数算出手段と、微分可能な関数からなる演算手段とからなり、前記色変換係数算出手段は、予め与えられた離散点の変換情報をもとに前記演算手段の係数を算出し、前記演算手段は、前記色変換係数算出手段により算出された係数に基づいて第 1 の色信号を第 2 の色信号に変換することを特徴とする色変換装置。

【請求項 9】 前記微分可能な関数は、階層型ニューラルネットワークであることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の色変換装置。

【請求項 10】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、ルックアップテーブルの格子点データであること

あることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の色変換装置。

【請求項 11】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、複数組からなるルックアップテーブルの格子点データであることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の色変換装置。

【請求項 12】 前記予め与えられた離散点の変換情報は、ルックアップテーブルの格子点データおよび当該格子点データにおける色再現の可否を表す情報からなることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の色変換装置。

【請求項 13】 入力色座標値をカラー画像出力装置の色材座標値に変換するルックアップ・テーブルの格子点データを決定する方法であって、

前記ルックアップ・テーブルの格子点データを、色変換を行う装置における入力色座標とこれに対応する色材座標値の実測値を学習したニューラルネットワークにより決定することを特徴とする色変換係数決定方法。

【請求項 14】 入力色座標値をカラー画像出力装置の色材座標値に変換するルックアップ・テーブルの格子点データを決定する方法であって、(1) 適宜の色票を前記カラー画像出力装置により出力する工程と、(2) 前記出力された色票を入力色座標と同じ色座標で測色することにより前記カラー画像出力装置の入出力の対応表を構成する工程と、(3) 入力色座標が均等色空間でない場合は、入力色座標値を均等色座標値に変換する工程と、(4) 前記(2)の工程により構成した入出力の対応表を基に、前記カラー画像出力装置の色材座標値から均等色座標値を予測する微分可能な関数による出力装置モデルを作成する工程と、(5) ニューラルネットワークを前記出力装置モデルの逆対応となるように均等色空間上での距離を小さくするようにバックプロパゲーション学習する工程と、(6) 前記ニューラルネットワークによりルックアップ・テーブルの格子点データを決定する工程とからなることを特徴とする色変換係数決定方法。

【請求項 15】 前記出力装置モデルがニューラルネットワークにより構成され、バックプロパゲーション学習によりモデルを作成することを特徴とする請求項 14 記載の色変換係数決定方法。

【請求項 16】 画像入力装置の色変換を行うルックアップ・テーブルの格子点データを決定する方法であって、(1) 均等色空間上の色座標が既知の色票を人力装置により入力する工程と、(2) 色票の色座標と入力値との対応表を構成する工程と、(3) 前記対応表に基づき入力装置の入力値から色票の色座標をニューラルネットワークにバックプロパゲーション法により学習を行う工程と、(4) 前記ニューラルネットワークの入力にルックアップ・テーブルの格子点を与え、前記ニューラルネットワークの出力を適宜の色空間に変換することによ

リルックアップ・テーブルの格子点データを決定する工程により色変換係数を求めることを特徴とする色変換係数決定方法。

【請求項17】 色座標がルックアップ・テーブルにより色材座標に変換されこの色材座標により出力装置が駆動されるカラー出力装置において使用される前記ルックアップ・テーブルの格子点データを決定するための方法であって、

色材座標とこの色材座標に基づいて前記カラー出力装置によって出力された結果を測色して得た色座標の対を多数用意し、

前記色材座標を教師信号とし前記色座標を入力信号としてニューラルネットワークにより学習を行い、

前記学習後のニューラルネットワークの入力として前記ルックアップ・テーブルの格子点の色座標を与えたときに前記ニューラルネットワークの出力として得られる色材座標を前記ルックアップ・テーブルに記録することを特徴とする色変換係数決定方法。

【請求項18】 色座標がルックアップ・テーブルにより色材座標に変換されこの色材座標により出力装置が駆動されるカラー出力装置において使用される前記ルックアップ・テーブルの格子点データを決定するための装置であって、

或る色材座標を教師信号とし、この色材座標に基づいて前記カラー画像出力装置によって出力された結果を測色して得た色座標を入力信号として学習を行うニューラルネットワークと、

前記ニューラルネットワークの入力として前記ルックアップ・テーブルの格子点の色座標を与えたときに前記ニューラルネットワークの出力として得られる色材座標を前記ルックアップ・テーブルに記録する手段とを備えていることを特徴とする色変換係数決定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カラー複写機、カラー印刷装置等のカラー画像処理装置において使用される色変換装置に関し、特に、この色変換装置において使用される色変換係数を決定する方法及び装置に関する。更に詳細には、色変換に用いられるルックアップ・テーブルの格子点データもしくは微分連続関数型色変換の係数を決定する方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば、カラー複写機においてはカラー原稿がカラー画像入力装置により読み取られ、赤、緑及び青の3色成分に分解されてRGB信号が得られる。このRGB信号は、 $L^*a^*b^*$ 信号に変換される。この $L^*a^*b^*$ 信号は、カラー画像出力装置において記録紙上のカラー画像を形成するために、イエロー、マゼンタ、シアン及び黒の各色材に対応するYMCK信号に変換される。

【0003】前記 $L^*a^*b^*$ 信号からYMCK信号への変換は、一般に入力信号と色変換係数の積和演算を行なうマトリックス演算やルックアップ・テーブルを用いたものがある。

【0004】ルックアップ・テーブルは、入力値と、この入力信号に所定の色変換係数を乗じた出力値との関係を予めROM（読み出し専用メモリ）或いはRAM（ランダムアクセスメモリ）に記憶させたものであり、 $L^*a^*b^*$ 信号から直接的にYMCK信号への変換を行う。このルックアップ・テーブルを使用して色変換を行う場合、実質的に演算時間を必要としないので、色変換を極めて高速に行うことができるという利点がある。

【0005】このルックアップ・テーブルの色変換係数は、カラー原稿をカラー画像入力装置で読み取って実際に記録紙上に出力したときに、カラー原稿の階調及び色調が忠実に再現されるように試行錯誤して実験的に求められることが多かった。

【0006】すなわち、従来は、実測値を基に、印刷や光学的なモデルに基づいた予測値をルックアップ・テーブルの格子点データとすることがあった。なお、格子点とは、ルックアップ・テーブルの索引により示される所定の L^* 、 a^* 、 b^* の指し示す点であり、格子点データとは、その格子点すなわち所定の L^* 、 a^* 、 b^* に対応する変換後の値である。

【0007】また、多項式やその他の数学的モデルにより予測値を得る場合もあった。

【0008】また、出力装置に関しては、入出力特性をニューラルネットワークによりモデル化して誤差を低減させた研究（たとえば、中基孫、田中武久、斎藤美恵、吉田邦夫：「ニューラルネットによるカラーハードコピーの色修正」、画像電子学会研究会予稿、1989年等参照）が知られているが、ニューラルネットワークをルックアップ・テーブルの格子点データを決定するために用いることは考慮されていなかった。

【0009】ところで、一般にプロダクションプリンティング分野では、図1（b）に示されるように、ホストコンピュータ2に対して複数のカラー画像入力装置（ドラムスキャナ1-1、フォトCD1-2、フラットベッドスキャナ1-3）及び複数のカラー画像出力装置（イメージセッタ3-1、色校正用プリンタ3-2、低解像度デスクトッププリンタ3-3）を接続し、用途に応じて適宜装置を選択し用いている。各々のカラー入出力装置は装置固有の色信号により色彩を入出力するので、等しい色彩でも、各機器により対応づけられる色信号は等しいとは限らない。このような状況では、原稿と出力の色一致や、色校正の印刷物と最終の印刷物の色一致が困難である。そこで、この課題を解決するためにアップルコンピュータ（Apple Computer）社のColor Sync 1.0やEFI社のEfiColorに代表されるカラーマネージメントシステム（C

MS) が用いられるようになった。これらのCMSでは、予め用意した各入出力機器の特性を記述した機器特性情報群を基に、異なる機器間での色一致を実現しようとした。

【0010】しかし、前記のCMSは、精度および機器特性情報群の互換性に課題があったため、機器特性情報の記述方法がインターカラーコンソーシアム(ICC)により提案され、広い範囲で用いられるようになりつつある。ICCによる機器特性情報の記述方法によれば、従来のCMSの欠点であった機器特性情報群の互換性を得ることが可能になった。

【0011】ICCによる機器特性情報の記述方法は大規模なルックアップテーブルと線形補間を基本としているために、従来のCMSに比較すると高い精度を得ることも可能になった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した印刷、光学的、多項式などを用いたモデルでは、予測誤差が大きいきばかりでなく、時として色再現に破綻を生ずることがあった。また、出力装置に関しては、ニューラルネットワークを用いたものでは、色座標から出力装置の入力を予測する場合には、出力装置の色信号の誤差を最小化するものであり、出力結果の均等色空間上での誤差を最小化するものではなかった。人間の視感度は、均等色空間に対応しているため、出力装置の色信号の誤差を最小化しただけでは、視感上の誤差を充分小さくすることはできない。

【0013】また、ニューラルネットワークを使用して色変換係数を求める場合には、精度はよいものの、計算には膨大な時間とハードウェアが必要であるという問題があった。

【0014】現状では大規模ルックアップ・テーブルは容易には実装できないために、ソフトウェアによる実装や小規模ルックアップ・テーブルが用いられている。しかしながら、ソフトウェアによる実装では色変換速度に課題があり、また、小規模ルックアップ・テーブルでは精度が落ちるという課題があった。

【0015】ICCプロファイルは、機器依存色信号を機器独立信号に変換するテーブルと、機器独立信号を機器依存信号に変換する両方のテーブルを保持しているが、実際に用いるのはそのうちの順方向のテーブルだけである。補間の際、逆方向のテーブルを併用すれば補間誤差を減少させることが可能であるが、ルックアップ・テーブルでは原理的には難しい。また、単独の色変換については高い精度が得られるものの、複数の色変換を合成する場合には補間の操作が必要となる。色変換を繰り返すと補間誤差が累積するという課題があった。

【0016】そこで、本発明は、ニューラルネットワークと概ね同精度の色変換を可能とするルックアップ・テ

ーブルを実現するための格子点データを作成すること、及び、ニューラルネットワークに代表される微分連続関数の係数を作成することを目的とする。また、入出力装置の色再現特性を微分連続関数で再構成することにより、補間誤差を減少させることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力色座標値をカラー画像出力装置の色材座標値に変換するルックアップ・テーブルの格子点データを決定、ないし微分連続関数で再構成する方法であって、離散変換対をもとに、微分連続関数で装置の入出力特性を決定し、その関数からルックアップ・テーブル方式ないしは連続関数に基づく色変換方法の色変換係数を決定することを特徴とする。

【0018】

【作用】本発明の作用を図2、図9～図11を参照して説明する。

【0019】図2は、本発明の要素を示しており、機器情報記憶手段22、装置特性算出手段25、色変換係数算出手段20、演算手段24は、ホストコンピュータ2内に配置され、既存の描画装置41、アプリケーションソフト42、デバイスドライバ43と連動することにより、入力装置1からの画像データのディスプレイ44への表示、アプリケーションソフト42による画像データの調整、出力装置3用画像データの生成を司る。

【0020】本発明の色変換係数の算出と色変換は、図9に示すように、入力機器出力機器指定(ステップ1100)、色変換係数算出(ステップ1200)、係数を演算装置にセット(ステップ1300)、画像変換実施命令(ステップ1400)の順に作用する。以下、その手順を図を用いて説明する。

【0021】まず、図9および図10、図11を用いて入力機器出力機器指定(ステップ1100)を説明する。入力機器出力機器指定(ステップ1100)は、アプリケーションソフト42(図2参照)若しくはデバイスドライバ43から入出力機器の指定を受ける。この際、逐次に行う複数の色変換処理を一括して行う場合には複数の入出力機器の指定を受ける場合もある。

【0022】指定の指示により、入力機器特性情報群21および出力機器特性情報群23を検索し(ステップ1101)、機器情報記憶手段22に機器特性情報がない場合には、装置特性算出手段25により特性情報を獲得する(ステップ1110)。特性情報の獲得(ステップ1110)は、色変換形態によって所要となる入出力の特性情報が異なる。表1は、色変換形態によって所要となる入出力の特性情報を示す図である。

【0023】

【表1】

色変換形態	入力特性情報	出力特性情報	色変換係数算出手段の働き	入力信号	出力信号
デバイス依存カラー ↓ デバイス依存カラー	使用	使用	入出力特性情報の結合 演算装置必要係数算出	デバイス依存	デバイス依存
デバイス依存カラー ↓ デバイス非依存カラー	使用	なし	演算装置必要係数算出	デバイス依存	CIE Color
デバイス非依存カラー ↓ デバイス依存カラー	なし	使用	演算装置必要係数算出	CIE Color	デバイス依存
デバイス非依存カラー ↓ デバイス非依存カラー	なし	なし	特定定義式より 演算装置必要係数算出	CIE Color	CIE Color

各々の特性情報は、入力機器の場合には、図10に示すように、入力機器特性情報獲得（ステップ1120）に示す手順により行われ、出力機器の場合には、図11に示すように、出力機器特性情報獲得（ステップ1130）に示す手順により行われる。

【0024】入力機器特性情報獲得（ステップ1120）は、予めデバイスに依存しない中間信号（たとえば1976CIEL*a*b*）が既知である色票（たとえばISO IT8/7.1, 2）を、デバイスドライバ43を経由し入力する。既知のデバイスに依存しない中間信号である特性評価試験データ25-1と、入力画像データは、装置特性算出手段25内に設置された測色演算手段25-2に送信される。

【0025】測色演算手段25-2では、デバイスドライバ43より、既知のデバイスに依存しない中間信号である特性評価試験データ25-1、すなわち、規定の特性評価試験データを受信する（ステップ1121）。また同様に、入力画像データ、すなわち、規定の特性評価試験データに対応するデータを受信する（ステップ1122）。特性評価試験データ25-1とそれに対応する入力機器データの対応対から機器情報記憶手段22に記憶される入力機器特性情報と同一形式の特性情報を算出し送信する（ステップ1123）。この際、測色演算手段25-2に与えられるデータは離散的な変換前の値と変換後の値の変換対応対の1組以上の表であるので、これを、後述するニューラルネットワークに代表される微分可能な連続関数により近似する。

【0026】出力機器特性情報獲得（ステップ1130）は、特性評価試験データ25-1として、出力装置

用データセット（たとえばISO IT8/7.3）を、デバイスドライバ43を経由して、カラー画像出力装置3-1～3-3に送信、出力する（ステップ1131）。出力されたプリントサンプルは、図示しない測色部により計測され、デバイスに依存しない中間信号（たとえば1976CIEL*a*b*）に変換される（ステップ1132）。この際、測色演算手段25-2に与えられるデータは、離散的な変換前の値と変換後の値の変換対応対の1組以上の表であるので、これを、後述するニューラルネットワークに代表される微分可能な連続関数により近似する。

【0027】入出力機器の特性として、ルックアップテーブルの格子点データに代表される変換対応対の1組以上の表が与えられ、微分連続関数を構成する場合にも、後述するニューラルネットワークに代表される微分可能な連続関数により近似することが可能である。各対応対について色再現範囲内外を示す情報が与えられている場合には、色再現範囲外の対応対は近似に先だって削除することにより、微分連続関数の近似精度が向上する。以上により得られた特性情報を機器特性情報記憶手段22に送信する（ステップ1133）。

【0028】逐次に行う複数の色変換処理を一括して行う場合には、複数の入出力機器の指定を受ける場合もある。この場合、各々の色変換について個別に入出力機器の特性情報を検索あるいは獲得し、微分連続関数を合成することにより、一括の色変換係数を算出することができる。

【0029】次いで、色変換係数算出（ステップ1200）は、入力機器出力機器指定（ステップ1100）に

より得られた微分連続関数若しくは微分連続関数と定義式の合成関数を用いて、演算装置に所要の係数を算出する。

【0030】演算装置がルックアップテーブルにより構成される場合については、前記入力機器出力機器指定（ステップ1100）により得られた微分連続関数若しくは微分連続関数と定義式の合成関数に格子点座標値を適用することによって変換値を得ることができる。

【0031】演算装置が前記の色変換係数算出と等しい微分連続関数である場合には、前記の色変換係数をそのまま演算装置の係数とすることができる。

【0032】演算装置が前記の色変換係数算出とは異なる微分連続関数である場合には、色再現範囲内の近似誤差が極少となるような演算装置の係数を定める。例えば、色変換係数算出が高次多項式であり、演算装置がニューラルネットワークである場合、色再現範囲内の適宜の入力値群を色変換係数算出の高次多項式により変換後の出力値群に変換し、この入力値群と出力値群をバックプロパゲーション学習等に代表される学習方法によって演算装置の係数を得ることができる。この際、誤差を評価するエネルギー関数として、適宜の均等色空間上の距離、すなわち、色差を用いることにより視覚的な色精度を向上することが可能である。エネルギー関数を演算する上では、色変換係数を決定する微分連続関数を偏微分して用いることが可能な場合がある。

【0033】また、色変換係数算出が計算機シミュレーションによるニューラルネットワークであり、演算装置が、アナログ回路によるニューラルネットワークである場合、色再現範囲内の適宜の入力値群を色変換係数算出のニューラルネットワークにより変換後の出力値群に変換し、この入力値群と出力値群をバックプロパゲーション学習等に代表される学習方法によって演算装置の係数を得ることができる。アナログ回路によるニューラルネットワークの実装の一例としては、特開平6-274662号公報に記載の装置がある。一般にアナログ回路による実装では誤差や経時変化があるという課題があるが、バックプロパゲーション学習に代表される学習方法を用いることにより誤差を補正することも可能である。

【0034】また、船橋：「ニューラル・ネットワークによる連続写像の近似的実現について」、電子情報通信学会技報MBE88-9、1988によれば、ニューラルネットワークは、有界閉集合上で定義される連続関数を任意の精度で近似できる。また、有限の入出力対応をバックプロパゲーション法により近似することができる。この際、ニューラルネットワークの構成と学習の諸定数を調整することにより、学習しなかった入出力対応も予測することができる。また、学習の際に、色票を作成してこれを色測すると、出力時や測定時の誤差が測定結果に付加される。一般に、この誤差は測定結果と相関がない。データの件数がニューラルネットワークの規模

に比較して十分に大きい場合には、ニューラルネットワークの特性によりこのような誤差は学習時に概ね除去される。従って、測定結果の入出力対応に誤差が含まれていても、学習後のニューラルネットワークは、誤差が概ね除去された近似を行うことができる。

【0035】上記により得られた色変換係数が演算手段24にセット（ステップ1300）された後、画像変換実施命令（ステップ1400）により、演算手段24はデバイスドライバより画像を取得し（ステップ1410）、変換を実施する（ステップ1420）。変換結果は、デバイスドライバに送信される（ステップ1430）。

【0036】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例に基づいて本発明の特徴を具体的に説明する。

【0037】従来のデスクトップカラーパブリッシング、カラー複写機などでは、特定の単一カラー画像入力装置／カラー画像作成装置を前提としてカラー文書の入力、編集、出力を行っていた。例えば、カラー複写機では入力部が装置内に内蔵されているため、特定の原稿色を対象に、入力からプリント出力を実施し、プリント出力と原稿色が一致するように、入力色信号から記録色信号への1対1の色変換処理が行われる。

【0038】また、デスクトップカラーパブリッシング分野においても、フラットベッドスキャナー、パソコン、デスクトッププリンタの組合せで、フラットベッドスキャナーで入力されるRGB信号をパソコン上のアプリケーションソフトでの簡単な処理によってデスクトッププリンタ用のCMYK信号に変換して出力するのが一般的であった。

【0039】しかしながらカラー入出力メディアの多様化に伴い、ネットワークを介して複数のカラー画像入出力装置が配置され、しかも複数のワークステーションがそれらを共有しながら使用する、ネットワークシェアードドキュメンテーション環境が形成されつつある。特に、印刷を中心とするプロダクションプリンティング分野においては、図1（b）のような装置構成が一般的に用いられつつある。

【0040】図1（b）のように、プロダクションプリンティング分野では、複数のカラー画像入力装置1-1～1-3、複数のカラー画像出力装置3-1～3-3がイーサネット（登録商標）に代表されるLAN（ローカルエリアネットワーク）を介してホストコンピュータ2に接続される。カラー画像入力装置は、例えば反射物原稿入力用のフラットベッドスキャナー1-3、フィルム入力用ドラムスキャナー1-1、フォトCDドライブ1-2などからなり、いずれもアップル社製マッキントッシュ（Macintosh（登録商標））に代表されるホストコンピュータ2にアプリケーションプラグインの形式で接続される。その際、アプリケーションとして

は、アドビシステムズ (Adobe Systems) 社製アドビフォトショップ (Adobe Photoshop (登録商標)) に代表されるカラーイメージ編集ソフトが用いられ、主に写真イメージが入力される。また、ホストコンピュータ2ではイラスト、グラフなどがアドビ社製プロイラストレーターなどのグラフィックソフトにより生成される。また、文字原稿もホストコンピュータ2でのワープロソフトを用いて作成される。

【0041】このようにしてデジタルデータとして取り込まれた、文字原稿、イラスト、グラフ、写真イメージは、所望のカラー文書の画像要素としてレイアウト編集される。レイアウト編集では、アドビ (Adobe) -アルダス (Aldus) 社製ページメーカーなどのページレイアウトソフトを用いて、上記画像要素をレイアウトし、所望のカラー文書を作り上げる。作成されたカラー文書は、150～200dpi程度の低解像度でデスクトッププリンタ3-3、色校正用プリンタ3-2などに送信され、レイアウトおよび色再現がハードコピーでチェックされる。これらの校正工程を合格した後、カラー文書はイメージセッター3-1に300～400dpi程度の高解像度で送信され、電子製版される。製版フィルムとして出力されたカラー文書はその後、刷版、印刷の工程を経て印刷物として完成される。

【0042】このような多入力多出力からなるシステム構成においては、多数の入力色信号から多数の出力信号への変換を、各入出力装置の組合せごとに実行する必要がある、しかもそれが全てホストコンピュータ2上で実行される必要があることから、ホストコンピュータ2の負荷が膨大になること、ならびに入出力信号が異なる毎にホストコンピュータ2の画像ファイルが増大してしまうという欠点を有する。例えば、図1の構成で、入力信号が3種類、出力装置が3種類存在する場合、画像要素の作成から出力の工程で、 $3 \times 3 = 9$ 種の色変換が必要となる。また、画像の対象が同一でも、画像の入出力装置に何をを用いるかによって、9種のファイルができてしまうことになる。

【0043】このような問題を回避する方法として、本発明は、デバイスに依存しない中間信号を介在させ、入力信号から中間信号へ変換する過程と中間信号から出力信号へと変換する過程と分離する。このような中間信号を介在させることによって、図1で説明した画像要素の作成工程と画像の出力工程は分離され、出力工程で所望の色再現が得られなかった場合に、修正を要する工程がどこにあるかを、オペレータの勘と経験に依存せずに、システムチックに追跡できるメリットを有する。また、別のメリットとしては、中間信号を介在させることによって画像要素の作成から出力の工程での色変換の種類を削減でき、それと共にファイル数を削減できる。例えば、図1の構成で、入力信号が3種類、出力装置が3種類存在する場合、入力信号と中間信号と間の色変換が

3種、中間信号と出力信号と間の色変換が3種となり、合計6種となり、9種から6種への削減が可能となる。

【0044】そのために、本発明では、図1(a)に示すように、各デバイスに依存した信号とデバイスに依存しない中間信号との関係を記述した特性情報を、獲得しないしは予め作成された入力機器特性情報群21、出力機器特性情報群23から検索する。色変換係数算出手段20は、入力機器特性情報、出力機器特性情報の指定によって、所望の入出力色変換に必要な変換係数を、一時的に作成する。色変換係数算出手段20により作成された色変換係数は、ルックアップテーブル演算または微分可能な関数演算からなる演算手段24に導入される。演算手段24は、導入された色変換係数を用いて、指定された入力機器画像データ10を指定された出力機器画像データ30へと変換する。なお図1(a)、図2、図3、図4、図6、図7において、太線の矢印は画像の流れを示し、細線の矢印は係数の流れを示す。

【0045】より具体的な構成を図2に示す。本発明の機器特性情報記憶手段22、装置特性算出手段25、色変換係数算出手段20、演算手段24は、ホストコンピュータ2内に配置され、既存の描画装置41、アプリケーションソフト42、デバイスドライバ43と連動することにより、入力装置1からの画像データのディスプレイ44への表示、アプリケーションソフト42による画像データの調整、出力装置3用画像データの生成を司る。

【0046】装置特性算出手段25は、特性評価試験データ25-1、測色演算手段25-2を有し、予め準備された特性評価試験データ25-1と、特性評価試験データを入出力装置を通して観測されたデバイス依存データを対応対として、測色演算手段25-2により、機器特性情報記憶手段22内で設定される所定のフォーマットの機器特性情報データを作成する。

【0047】入力機器特性情報を獲得する場合、特性評価試験データ25-1は予めデバイスに依存しない中間信号 (例えば1976CIEL*a*b*) が既知である色票 (例えばISO IT8/7.1, 2) のデバイス非依存中間信号値である。一方、色票そのものは、カラー画像入力装置1-1～1-3にセットされ、その入力画像データは、デバイスドライバ43を経由して、装置特性算出手段25内に設置された測色演算手段25-2に送信される。測色演算手段25-2は、前記特性評価試験データ25-1からのデバイス非依存中間信号値と、前記入力画像データを対応対として、前記機器特性情報データを作成する。

【0048】出力機器特性情報を獲得する場合、特性評価試験データ25-1は、出力装置用データセット (例えばISO IT8/7.3) であり、デバイスドライバ43を経由して、カラー画像出力装置3-1～3-

3に送信、出力される。出力されたプリントサンプルは、図示しない測色部により計測され、デバイスに依存しない中間信号（例えば1976CIEL*a*b*）に変換される。測色演算手段25-2は、前記特性評価試験データ25-1の出力装置用データセットと、前記デバイス非依存中間信号値を対応対として、前記機器特性情報データを作成する。

【0049】色変換係数算出手段20は、アプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43からの指示によって、入力機器特性情報、出力機器特性情報を機器特性情報記憶手段22内で検索し、所望の入出力色変換に必要な変換係数を一時的に作成する。色変換係数算出手段20により作成された色変換係数は、ルックアップテーブル演算または微分可能な関数演算からなる演算手段24に導入される。演算手段24に色変換係数が導入された後、アプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43から入力される一連の画像データは、演算手段24によって処理され、所望の出力装置用画像データに変換されて、アプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43に送信される。以上の様に、本発明は、ホストコンピュータ内のアプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43と連動し、両者からの要求に応じて、各入出力装置間のカラー属性値を変換するための変換係数算出、色変換演算を司る。

【0050】図3は、本発明がホストコンピュータ内で実現される場合の実施例の一例である。本発明は、ホストコンピュータ2の中央演算ユニット301、主記憶ユニット302、外部記憶ユニット303、測色ユニット304、外部インターフェイスユニット305から構成される。

【0051】図3において、色変換係数算出手段20は、中央演算ユニット301上にソフトウェアで構成される係数算出演算部20a、主記憶ユニット302上に一時的に作成される係数記憶部20bからなる。機器情報記憶手段22は、外部記憶ユニット303内に機器情報記憶部22aとしてデータベース形式で格納され、入出力機器のデバイス名で検索可能に構成されている。演算手段24は、内部バスに拡張された外部インターフェイスユニット305として構成され、バスインターフェイス部305a、色変換係数制御部305b、色変換演算部305cから構成される。

【0052】色変換係数算出手段20で生成された主記憶ユニット302内の色変換係数は、バスインターフェイス部305aを介して、色変換係数制御部305b内のレジスタ制御部（図示せず）でコントロールされ、色変換演算部305c内のレジスタ（図示せず）にセットされる。画像データの交換については、主記憶ユニット302内の画像記憶部302aに、アプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43が、変換対象

画像データをセットする。セットされた画像データは、バスインターフェイス部305aを介して、色変換演算部305c内の入力バッファ（図示せず）に送信される。入力バッファ（図示せず）に送信された画像データは、ライン順次に処理され、処理後画像は出力バッファ（図示せず）に蓄積される。出力バッファ（図示せず）に蓄積された画像データは、バスインターフェイス部305aを介して主記憶ユニット302内の画像記憶部302aの該当アドレスに送信される。その際、バスインターフェイス部305aは、前記入出力操作を制御し、通常入出力バッファのステータス（オールモーストフル・オールモーストエンプティ）に応じて、入力動作、出力動作を切り替える。色変換演算部305cとしては、ルックアップテーブル演算または微分可能な関数演算が実施され、ルックアップテーブル演算については図4、図5、微分可能な関数演算については図6、図7を用いて後述する。

【0053】装置特性算出手段25は、バスに接続された測色ユニット304と外部記憶ユニット303に格納された特性評価試験データからなる。測色ユニット304は、アプリケーションソフト42ないしはデバイスドライバ43からの装置特性獲得指令に応じて、外部記憶ユニット303内の特性評価試験データを供給し、それに対応するデータを受信する。測色ユニット304は、特性評価試験データと、それを入出力装置を通して観測された前記デバイス依存データに対応対として演算を行い、外部記憶ユニット303にデータベース形式で格納される機器特性情報記憶手段22内に、所定の機器特性情報データを作成・登録する。

【0054】以下、図4、図5、図6、図7を用いて色変換演算部305cの実施例を詳述する。

【0055】図4は、色変換演算部305cがルックアップテーブル演算である場合の実施例である。ルックアップテーブル演算の基本演算部は、近傍格子アドレス生成部242、ルックアップテーブル格子点データ記憶部243、補間演算部245からなる。また、これらの基本演算部に対して、インターフェイス部241、ルックアップテーブル色変換係数設定部244が設けられている。

【0056】入力色信号各8ビットのうち上位4ビットが近傍格子点アドレス生成部242に入力され、入力点を含む8点の近傍格子点のアドレスを生成し、ルックアップテーブル格子点データ記憶部243を参照し、順次、記憶されている画像出力装置用の8ビットデータを補間演算部245に送る。本実施例では、8点のデータをシリアルに転送するようにしているが、高速に行うためにはルックアップテーブル格子点データ記憶部243を8個持ち同時に参照するような構成にすればよい（図示せず）。補間演算部245では、近傍8点のデータと、入力色信号各8ビットのうち下位4ビットにより補

間演算を行い、出力信号を生成する。

【0057】補間演算部245でなされる補間方法の原理を図5を用いて説明する。入力信号各8ビットで決まる入力色空間の座標をO、近傍格子点の座標を P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 、 P_7 、 P_8 とし、このとき、 P_1 から P_8 の8点を頂点とする立体を基本立方体と呼ぶことにする。また、 P_1 から P_8 に対応して予め記憶されている出力データを D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5 、 D_6 、 D_7 、 D_8 とする。基本立方体の各頂点とその内部の点Oの関係は入力信号各8ビットのうちの下位4ビットで決まり、Oを通り1-2平面、2-3平面、3-1平面に平行な平面で切り、基本立方体を8の立方体に分割する。 P_1 とOを結ぶ線分を対角線とする立体の体積を V_1 、 P_2 とOを結ぶ線分を対角線とする立体の体積を V_2 、以下同様に V_3 、 V_4 、 V_5 、 V_6 、 V_7 、 V_8 、 V_1 から V_8 までの体積の和をV、座標Oの位置に相当する補間後の値を A_{ns} とすると、立方体補間は(1式)で表される。

【0058】 $A_{ns} = (D_1 \cdot V_7 + D_2 \cdot V_8 + D_3 \cdot V_5 + D_4 \cdot V_6 + D_5 \cdot V_3 + D_6 \cdot V_4 + D_7 \cdot V_1 + D_8 \cdot V_2) / V$ (1式)

本実施例では、立方体補間を用いたが、1993年第24回画像コンファレンス論文集347頁から350頁に記載されている三角柱補間、斜三角柱補間、また、四面体補間等が知られており、どのような補間法であってもよい。3次元テーブル分割数を4ビット、格子点数で17点づつとしたが、8ビット以下であればよく、各入力信号軸に対して4ビット、3ビット、3ビット等の異なった分割を行ってもよい。ただし、入力信号すべてが8ビットの場合は補間機構が不必要であることは言うまでもない。さらに、本実施例では、入力を各8ビットとしたが、何ビットであってもよい。

【0059】図6は、色変換演算部305cが、微分可

$$U_p = \sum_{i=1}^n \{ W_i \cdot \tanh(U_i) \} + \theta_p \quad (2式)$$

図7の回路構成は、従来のニューラルネットワークの細胞を模擬する回路構成と異なるものでありながら、複数個、互いに結合してネットワークとして構成するとき、ニューラルネットワーク全体の動作と同等の動作を行うものである。このような本発明の非線形演算ユニットの構成は、デジタル回路、アナログ回路ともに実現可能であるが、特にアナログ回路で実現する場合に、従来のニューラルネットワークの細胞を模擬する回路構成に比べて回路を簡素化し、更に処理を高速化できるという利点を有する。

【0062】以下、非線形演算ユニットをアナログ・バイポーラ回路で実現する場合を、図8を用いて詳述す

$$I_{c1} - I_{c2} = I_E \cdot \tanh \{ (V_{B1} - V_{B2}) / 2V_T \} \quad (3式)$$

で表される。すなわち、この回路は、入力電圧差 $V_{B1} - V_{B2}$ にロジスティック関数 \tanh を施し、その関数値に重み値 I_E を乗じた値に比例する出力電流差 $I_{c1} - I_{c2}$ を

能な関数演算の一つである、ニューラルネットワークを用いた場合の、実施例の一例である。図6は、ニューラルネットワークの規模と接続形態を示しており、図6に示す例では、ニューラルネットワーク色変換部50は、入力層50a、第1中間層50b、第2中間層50c、出力層50dを備えており、それぞれ、3細胞、3細胞、3細胞、3細胞の構成をとっている。出力層50dからの出力値は、インターフェイス部52を介して出力される。入力層50aから出力層50dのニューラルネットワークに関して、中間層の数と細胞の数はいくつであつてもかまわないし、接続形態も、本実施例では入力層→第1中間層→第2中間層→出力層を通過する形であるが、飛び越しを行う接続形態でもよい。また、一部の細胞の非線形演算を省略しても構わない。なお、ニューラルネットワーク色変換部50の色変換係数は、ニューラルネットワーク色変換係数設定部51により設定される。

【0060】次に、ニューラルネットワークの一例である非線形ユニットからなる演算手段の中の非線形ユニットの機能について、図7を用いて説明する。入力 U_i ($i=1 \sim n$)は、前層の各細胞からの出力値であり、各々非線形演算部11a~11nにより変換される。閾値 θ_p と重み W_i ($i=1 \sim n$)は、色変換係数算出手段により与えられる色変換係数である。これらは、乗算部12a~12nと加算部13によって、出力 U_p となる(式2)。非線形演算部にはシグモイド関数を用いられるのが普通で、本発明の実施例では双曲線関数を用いている。これが、各々の非線形ユニットが持つ機能であり、複数の非線形ユニットが結合することにより、非線形ユニットからなる演算手段を形成している。

【0061】

【数1】

る。その際のアナログ回路は互いに第1端子(エミッタ)を結合した1対のバイポーラトランジスタ Q_1 、 Q_2 による差動増幅回路によって構成され、各差動増幅回路を構成する1対の3端子増幅素子の第2端子(ベース)間に入力に比例した電圧差 $V_{B1} - V_{B2}$ を供給し、第1端子(エミッタ)に適宜、乗算のための重み値に比例した電流 I_E を供給することにより、第3端子(コレクタ)間に、回路の電流差 $I_{c1} - I_{c2}$ として出力を得る構成のものである。

【0063】各トランジスタのコレクタ電流 I_{c1} と I_{c2} の差 $I_{c1} - I_{c2}$ は、

得ている。この特性は、前述の、各入力に非線形関数を施し、適当な重み値と乗算する機能を有する。

【0064】以上、バイポーラトランジスタによる回路

構成で、本実施例の非線形演算ユニットの構成例を説明したが、一般に平衡変調器として動作する電界効果トランジスタ、リモートカットオフ特性をもつ電子管および、バリアブルミュー特性をもつ電子管など、非線形特性をもつ3端子以上の増幅素子によっても、単調で有界な関数と乗算を含む特性が得られる。

【0065】図3に示される色変換演算部305cが、図6、図7に示す回路で構成される場合、単純な非線形演算ユニットの結合で構成されるため、高速に処理することが可能であるとともに、複数の並列出力処理を小規模の回路構成で実現できる。また、従来のマトリクス型色変換方式に比べると、パラメータの自由度の点で飛躍的に変換精度が向上する。また、ルックアップテーブル方式と比較すると、回路構成が簡便であるとともに、入出力変換に連続性と微分連続性が保証される点が優れる。

【0066】以上、図1から図7を用いて、本発明の構成を述べた。本発明は、機器特性情報記憶手段22、装置特性算出手段25、色変換係数算出手段20、演算手段24から構成され、アプリケーションソフト42、デバイスドライバー43と連動することにより、1) 入出力装置の特性算出、2) 指定された入出力装置間での画像変換のための色変換係数算出、3) ルックアップテーブルないしは微分可能な連続関数を用いた色変換演算を行う。

【0067】本発明の動作は、図9のように、アプリケーションソフト42、デバイスドライバー43からの入出力機器指定に応じた色変換係数算出のフローと、前記係数を用いた色変換演算フローに大別される。一般的に、機器特性情報は、デバイス依存データとデバイス非依存データとの離散対応で与えられる。前記ICCプロファイルでは、色変換演算としてルックアップテーブルが用いられることを想定し、テーブル格子点データが与えられる。機器特性情報として与えられるプロファイルと、指定される色変換が同一の場合(表1での色変換形態がデバイス依存データとデバイス非依存データとの間での変換の場合)、色変換係数算出手段20は公知であるが、指定される色変換が異なる場合(表1での色変換形態がデバイス依存データとデバイス非依存データとの間での変換、ないしはデバイス非依存データとデバイス非依存データとの間での変換の場合)には色変換係数算出手段20では、複数のICCプロファイルから一旦微分可能な連続関数を用いて色変換に要する入出力関係を記述した後、その入出力関係を用いて、当該色変換で必要となるルックアップテーブル格子点データを求める必要がある。また、機器特性情報が予め準備されていないか、更新する必要がある、装置特性を新たに算出しなければならない場合にも、前記の場合と同様に、微分可能な連続関数を用いて色変換に要する入出力関係を記述した後、その入出力関係を用いて、当該色変換で必要と

なるルックアップテーブル格子点データを求める必要がある。両者は基本的に同一のフローで実現されるため、色変換演算としてルックアップテーブルが用いられる場合の実施フローとして、1) 装置特性を新たに算出し、2) 微分可能な連続関数を用いて色変換に要する入出力関係を記述し、3) ルックアップテーブル格子点データを求める手順(ケース(a))を後述する。

【0068】また、色変換演算がニューラルネットワークに代表される微分可能な連続関数で構成される場合には、ICCプロファイルのような離散対応対から色変換係数算出手段20によってニューラルネットワークの重み係数を算出し、その係数をもとに色変換演算を行う。本実施例では、色変換係数算出手段20がニューラルネットワークで構成され、しかも演算手段24がニューラルネットワークないしはルックアップテーブル方式を用いる。従って、色変換係数算出手段20がニューラルネットワークで構成され、演算手段24がニューラルネットワークである場合(ケース(b))の実施フローは、前記ケース(a)に包含される。したがって上記考案の各ケースの場合分けについては、図9から図13に、図によってのみ示し、最も手順の多いフローとして、ケース(a)のみを詳述する。

【0069】図12は、入出力によって処理が異なることを示す図である。図13は、微分連続関数による近似の一例の詳細を示す図である。図14は、色変換部に微分可能な連続関数を用いた場合の関数係数算出と色変換の詳細を示す図である。図15は、色変換部にルックアップ・テーブルを用いた場合の色変換の詳細を示す図である。

【0070】図12は、微分可能な関数を用いて色変換係数を算出する際に、入出力が、それぞれ機器依存か(ステップ1150)機器非依存か(ステップ1151)によって、場合分けを行って算出する工程の詳細を示すものである。この場合分けは、表1の色変換形態に相当する。入力及び出力とも機器依存の場合、入力機器の変換特性を記述(ステップ1152)し、出力機器の変換特性を記述する(ステップ1153)。これらの関数を合成(ステップ1154)し、入力から出力までの色変換特性を微分可能な関数の合成関数により記述する。一般に、微分可能な関数と微分可能な関数の合成関数は微分可能である。入出力のいずれか一方だけが機器依存である場合には、その特性を微分可能な関数により記述する(ステップ1155)。入出力の双方が機器非依存の場合には、一般にこの関係は定義式により与えられるのでこの定義式に基づき変換係数を記述する(ステップ1156)。

【0071】図12において、微分可能な関数により色変換係数を算出する工程(ステップ1152~1155)において、各々の微分可能な関数の色変換係数を算出する工程の一例の詳細を図13に示す。まず、一般に

色再現範囲の境界近傍では色再現特性は微分連続性を持たないために、色再現範囲外の変換対を削除し、色再現範囲内だけの変換対を抽出する(ステップ1161)。次いで、適宜の初期値により色再現範囲内の対応表を近似する、誤差のより小さい微分連続関数の係数を算出する(ステップ1162)。次に、この誤差を評価し(ステップ1163)、所定の誤差よりも大きければ、前回ステップ1162により算出した係数を初期値として再度近似を行う(ステップ1162)。この操作を誤差が所定の値以下になるまで繰り返す。

【0072】図12及び図13により示した操作により、色変換係数を記述した後、色変換の演算手段に応じた係数を算出し、色変換を行う過程を図14及び図15に示す。

【0073】図14は、演算手段が微分可能な関数である場合である。適宜の初期値および、前のステップで係数を算出した微分連続関数により、色空間上での誤差がより小さくなるように色変換部の色変換係数を定める(ステップ1171)。誤差が所定の値よりも小さくなるまで(ステップ1172)、前回ステップ1171により算出した係数を初期値として再度近似を行う(ステップ1171)。この色変換係数を微分連続関数の色変換部の定数として設定(ステップ1173)し、色変換を行う(ステップ1174)。

【0074】図15は、演算手段がルックアップテーブルである場合である。前のステップで係数を算出した微分連続関数を用いて、ルックアップテーブルの格子点を色変換し、ルックアップテーブルの色変換係数を算出する(ステップ1181)。この係数をルックアップテーブルに導入(ステップ1182)し、色変換を行う(ステップ1183)。

【0075】図16は、ケース(a)として、1)装置特性を新たに算出し、2)微分可能な連続関数を用いて色変換に要する入出力関係を記述し、3)ルックアップテーブル格子点データを求める手順の実施例を示す図である。図16(b)ないし図16(d)は、本発明の色変換係数算出手段20がニューラルネットワークで構成され、ルックアップ・テーブルで構成される演算手段24の格子点データを決める方法を示すものである。

【0076】まず、図16(b)に示すように、色票(色材座標)403の組合せを多数用意し、特定のカラー画像出力装置402によりカラー画像として用紙等の出力媒体上に印刷する。この印刷結果を、デバイスに非依存の色座標により測色する。このようにして、色票403の出力色材座標と測色結果である色座標の対を多数用意する。出力色材座標の組み合わせの一例としては、ANSI規格委員会(ANSI/IT8/SC1/WG11)が提案したIT8.7/3が知られている。

【0077】次に、図16(c)に示すように、先にも用意された色票403の色材座標と測色結果であるデバ

イス非依存色座標の多数の対を使用して、ニューラルネットワーク404の入力として色座標を、また、教師信号としてカラー画像出力装置402の入力値(すなわち、色材座標)を、順次供給することによりバックプロパゲーション学習を行う。ニューラルネットワーク404の規模や学習の諸定数を適切に設定することにより、次第に教師信号とニューラルネットワーク404の出力の差が減少し、測定誤差が除去される。この差が十分減少した時点で学習を終了する。

【0078】図16(c)のニューラルネットワーク404の学習が終了したら、格子点にあたるデータをこのニューラルネットワークに与え、出力された色材座標の値をルックアップテーブルの所定の係数として生成する。この学習済みのニューラルネットワーク404に、ルックアップ・テーブルで必要とされる格子点の入力座標を入力すると、対応する色材座標を予測することができる。図16(d)に示すように、この予測値を演算手段24であるルックアップ・テーブル1用の機器特性情報として、機器特性情報記憶手段22に登録できる。一方、ニューラルネットワーク404の規模を大きくすると精度が向上する傾向がある。そこで、ニューラルネットワーク404の規模を十分に大きくすれば、機器特性情報の精度を向上することができる。

【0079】前述の方法により、色材空間上での誤差が少ない結果を得ることができる。一般に、色材空間上での誤差が0であれば出力結果の見かけの差はなくなる。しかし、一般には誤差が0となることはなく、通常は、出力結果の見かけ上での差は最小ではない。ここで、本発明では、見かけ上の差と色空間上でのユークリッド距離が概ね比例する均等色空間を用いて、この色空間上での誤差をより小さくするようにニューラルネットワークを構成する。

【0080】図17は、均等色空間での誤差を最小にするように学習したニューラルネットワークを用いて、ルックアップ・テーブルの係数を定めている実施例を示す図である。本発明では、色材空間上の誤差を求めるために、微分可能な出力装置の関数を作成し、その関数を用いることによりニューラルネットワークに学習させている。本発明において微分可能な関数を使用する理由は、以下の通りである。

【0081】色材座標で誤差が大きい場合でも、見掛けの(人間の視覚が感じる)色の違いが少ない場合がある。例えば、印刷の黒100%の上に黄色を重ねる場合、黄色が0%でも100%でも見掛けの色は殆ど差がない。また逆に、見掛けの色の違いが大きいても色材座標が小さい場合もある。色変化の精度を向上させる目的は、見掛けの色の違いを最小にすることである。そこで、色材座標での誤差は、一旦均等色空間へ変換し、この空間上での誤差により評価を行なった方が望ましいことが判る。学習後の誤差が完全に0になるのであれば、

いずれの評価方法でも差がないが、実際にはニューラルネットワークの大きさが無限ではないので、学習が終了しても誤差が残る。

【0082】色座標から色材座標への変換を行なう色変換ネットワークでは、出力、すなわち、色材座標での誤差を小さくするように学習を行っていた。これに対して本発明においては、微分可能な出力装置の関数を用いて、色材座標を均等色空間に変換し、色差を最小化するように学習を行なう。その場合のバックプロパゲーションでは、 (δ/δ) 各出力)誤差を計算する必要がある。ここで、各出力は、Y, M, C, KやR, G, B等のデバイス依存信号であり、誤差は、デバイス非依存の均等色空間上での色差Eである。そこで、出力装置関数では、Y, M, C, KやR, G, B各入力について偏微分可能である必要があり、 $(\delta E/\delta Y)$, $(\delta E/\delta M)$, $(\delta E/\delta C)$, $(\delta E/\delta K)$ 、または、 $(\delta E/\delta R)$, $(\delta E/\delta G)$, $(\delta E/\delta B)$ を求める。

【0083】出力装置の関数が微分可能であるということは、各デバイス依存信号、すなわち、Y, M, C, Kについて偏微分可能であるということである。また、これらの値を用いて色変換ネットワークの学習を行なう。以下の説明では、微分可能な出力装置のモデルもニューラルネットワークを用いているので、区別のために、以下では出力装置モデルと色変換ネットワークと記述する。なお、出力装置モデルは誤差微分可能であれば必ずしもニューラルネットワークである必要はない。まず、実測値の色座標が均等色空間の座標でない場合には、学習に先だって座標を変換する。例えば、入力色座標がNTSC規格RGB信号の場合、一例として均等色空間であるCIE $L^*a^*b^*$ 座標に変換する。この2つの色座標の変換は、単純な計算により行うことができる。なお、入力色座標が均等色空間であれば、この変換を行う必要はない。次いで、図17(a)に示すように、実測値をもとに、出力装置モデル405をバックプロパゲーション学習により学習する。ニューラルネットワークの規模や学習の諸定数を適切に設定することにより、次第に教師信号とニューラルネットワークの出力の差が減少する。この差が十分減少した時点で学習を終了する。

【0084】出力装置モデル405の色座標は均等色座標であるので、出力の差は概ね視覚上の差に比例し、誤差が十分に小さければ視覚上の差もほぼ無くなる。ここで、前述したように、ニューラルネットワークの特性により測定誤差は学習されないで、誤差の小さい出力装置モデル405を構成することができる。なお、出力装置モデル5は、多項式やその他の微分可能な関数によっても構成することができる。

【0085】次いで、図17(b)に示すように、構成した出力装置モデル405を用いて、色座標から色材座標に変換する色変換ネットワークを構成する。適宜の色

座標、例えば、NTSC規格RGB色空間上の点、

(入力) R_i, G_i, B_i

を学習する際には、一旦色変換ネットワークを用いて、予測出力

(出力) C_i, M_i, Y_i

を得る。出力装置モデルを用いて、出力を予測し、均等色空間上での予測値

(予測) L'_i, a'_i, b'_i

を得る。入力を予測と同じ均等色空間に変換し、その結果を

(入力) L''_i, a''_i, b''_i

とすると、色変換ネットワークの出力の誤差を、

(誤差) $d(L'_i, a'_i, b'_i; L''_i, a''_i, b''_i)$

と定める。ここで、dはその色空間上での距離であり、

例えばCIE $L^*a^*b^*$ 空間ではユークリッド距離
 $\Delta E_i = \{ (L'_i - L''_i)^2 + (a'_i - a''_i)^2 + (b'_i - b''_i)^2 \}^{1/2}$

による。

【0086】この誤差 ΔE_i を出力装置モデルを用いて色材空間上に変換する。出力装置モデル405は微分可能であるので、出力装置モデルの各入力について、

$\delta E_i/\delta R_i$

$\delta E_i/\delta G_i$

$\delta E_i/\delta B_i$

を求める。この誤差 ΔE_i が減少するように、色変換ネットワークの各定数を通常のバックプロパゲーション法により学習する。

【0087】ニューラルネットワークの規模や学習の諸定数を適切に設定することにより次第に誤差 ΔE_i が減少し、測定誤差が除去される。この差が十分減少した時点で学習を終了する。この過程で、実測値の各R, G, Bと色変換ネットワークの出力の差は必ずしも減少するとは限らないが、均等色空間上では誤差は減少する。最後に、図17(c)に示すように、この方法により得た色変換ネットワークの入力に、ルックアップ・テーブルの格子点を与えることにより、ルックアップ・テーブルの格子点データを構成することができる。

【0088】ところで、印刷装置では、イエロー

(Y), マゼンタ(M), シアン(C)及び黒(K)などの4色以上の色材を用いることが一般的である。この場合、一旦Y, M, Cの3色の座標を定め、Y, M, Cを混色して構成した黒成分を適宜の量だけKに置き換えることにより、色座標から色材座標を得ているが、本発明の方法によっても同様に、一旦、Y, M, Cの3色の座標を定め、Y, M, Cを混色して構成した黒成分を適宜の量だけKに置き換えることにより色座標から色材座標を得てルックアップ・テーブルの格子点データとすることができる。

【0089】しかし、色座標からY, M, C, Kなどの

4色以上の色材の色材座標は、一意に定めることができないので、本発明の方法を適用して直接4色の色材座標を得ることはできない。そこで、入力色座標に加えて、Y、M、C、Kのうちの1色、例えばKを色変換ネットワークの入力とすることにより色変換ネットワークの出力を一意に定めることができる。

【0090】図18及び図19は、均等色空間での誤差を最小にし、さらに適宜のKを選択できるようにした方法によりルックアップ・テーブルの係数を定めるようにした4色再現による係数決定の実施例を示す図である。図18(b)に示すように、色変換ネットワーク407の入力に色座標と色材座標の1つを、誤差信号には出力装置モデルの誤差を与えることにより、4入力3出力の色変換ネットワークを構成する。この際、出力装置モデル406の入力は色変換ネットワーク407の出力のほかに、色変換ネットワーク406の入力とした色材座標の1つを与える。

【0091】図18(a)に示すように、この色変換ネットワーク406の入力には、色座標の他に、他の色材座標の1つを与えることにより他の3つの色材座標を得ることができる。入力に与える色材座標の1つは適宜に決めることも可能であるが、印刷装置において、この1つをKとしたとき、Kの最小値は0(%)であり、Kの最大値は出力のY、M、Cの最小値が0(%)となるときの値である。このKの最大値は2分探索などにより求めることができる。これらの値を用いて、図19(b)のように、ルックアップ・テーブルの格子点データを定めることができる。

【0092】図20は、他の入出力情報の獲得例として、入力装置のルックアップ・テーブル用の係数を定めている実施例である。入力装置408において、図20(a)に示すように、原稿を入力し、入力結果、例えば緑(G)、青(B)、赤(R)信号を、ルックアップ・テーブル401の色変換演算を用いて、読み値、例えばXYZ刺激値を得る場合を考える。この場合も、前述のように読み値上での誤差を小さくする場合に比較して、均等色空間上での誤差を小さくするほうが視覚的に誤差の小さい結果を得ることができる。

【0093】まず、図20(b)に示すように、均等色空間上の色座標が既知の色票を入力装置408により入力する。この色票の一例としては色票(ISO IT8/7.1, 2)が知られている。この工程により得られた結果により対応表を作成する。次いで、図20(c)に示すように、この対応表をニューラルネットワーク409に与え、均等色空間上での誤差が小さくなるように学習を行う。学習結果を用い、図20(d)に示すように格子点を入力し、得られた均等色座標を読み値に変換し、ルックアップ・テーブル401の格子点データとする。この際、読み値の色座標が色票の均等色空間と等しければ変換を省略することも可能である。

【0094】

【発明の効果】以上、本発明によれば、ネットワーク上の複数のカラーデバイス間での種々のデバイス-非デバイス信号間色変換に対して、1) 入出力装置の特性算出、2) 指定された入出力装置間での画像変換のための色変換係数算出、3) ルックアップテーブルないしは微分可能な連続関数を用いた色変換演算の諸機能を、統一的に提供することが可能となる。

【0095】これらの機能は、アプリケーションソフト、デバイスドライバに提供されるので、幅広いカラードキュメントの作成編集環境で利用可能である。例えば、ハイエンドDTPの代表例である印刷産業においては、本印刷の前に、簡便なプリンタを用いて本印刷と同一の色再現を提示でき、印刷の発注者とドキュメントデザイナーとの間の意向の統一を早期化できる。また、入出力装置の特性算出方法を同時に提供することによって、種々のデバイスの個体差や経時変動で同一の色再現が得られないことによるトラブルを解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の主な用途であるプロダクションプリンティング分野での、複数のカラー画像入力装置を接続し、用途に応じて適宜装置を選択し用いていることを示す図である。

【図2】 本発明の色変換係数および画像に関する処理の、より具体的な構成を示す図である。

【図3】 本発明がホストコンピュータ内で実現される場合の実施例の一例を示す図である。

【図4】 本発明の色変換部として、ルックアップテーブルを用いた場合の構成および補間の原理を示す図の第1の部分である。

【図5】 本発明の色変換部として、ルックアップテーブルを用いた場合の構成および補間の原理を示す図の第2の部分である。

【図6】 本発明の色変換部の微分連続な関数の一例としてニューラルネットワークを用いた場合の構成を示す図である。

【図7】 本発明の色変換部の微分連続な関数をアナログ回路により実装する場合の構成の一例を示す図である。

【図8】 本発明の色変換部の微分連続な関数をアナログ回路により実装する場合の構成の他の例を示す図である。

【図9】 本発明の動作を示す図である。

【図10】 入力機器特性情報獲得の手順を示す図である。

【図11】 出力機器特性情報獲得の手順を示す図である。

【図12】 入出力によって処理が異なることを示す図である。

【図13】 微分連続関数による近似の一例の詳細を示す図である。

【図14】 色変換部に微分可能な連続関数を用いた場合の関数係数算出と色変換の詳細を示す図である。

【図15】 色変換部にルックアップ・テーブルを用いた場合の色変換の詳細を示す図である。

【図16】 色材空間での誤差を最小にするように学習したニューラルネットワークを用いてルックアップ・テーブルの内容を定めている実施例を示す図である。

【図17】 均等色空間での誤差を最小にするように学習したニューラルネットワークを用いて、ルックアップ・テーブルの内容を定めている実施例を示す図である。

【図18】 均等色空間での誤差を最小にし、さらに適宜の黒を選択できるようにした方法によりグレイスケール・ルックアップ・テーブルの内容を定めるようにした4色再現の工程を示す図である。

【図19】 図18に続く工程を示す図である。

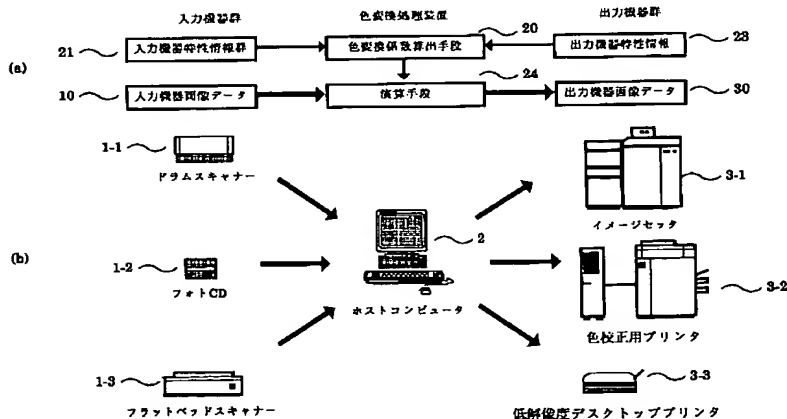
【図20】 均等色空間での誤差を最小にするようにルックアップ・テーブルの内容を定めている実施例を示す図である。

【符号の説明】

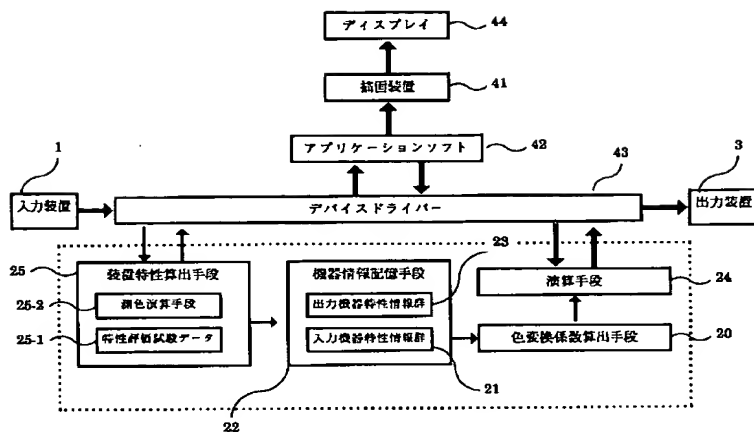
1：入力装置、1-1：ドラムスキャナー、1-2：フォトCD、1-3：フラットベッドスキャナー、2：ホストコンピュータ、3：出力装置、3-1：イメージセッタ、3-2：色校正用プリンタ、3-3：低解像度度

デスクトッププリンタ、10：入力機器画像データ、11a～11n：非線形関数演算部、12a～12n：乗算部、13：加算部、20：色変換係数算出手段、20a：係数算出演算部、20b：係数記憶部、21：入力機器特性情報群、22：機器情報記憶手段、22a：機器情報記憶部、23：出力機器特性情報群、24：演算手段、25：装置特性算出手段、25-1：特性評価試験データ、25-2：測色演算手段、30：出力機器画像データ、41：描画装置、42：アプリケーションソフト、43：デバイスドライバ、44：ディスプレイ、50：ニューラルネットワーク色変換部、50a：入力層、50b：第1中間層、50c：第2中間層、50d：出力層、51：色変換係数設定部、52：インターフェイス部、241：インターフェイス部、242：近傍格子アドレス生成部、243：ルックアップテーブル格子点データ記憶部、244：ルックアップテーブル色変換係数設定部、245：補間演算部、301：中央演算ユニット、302：主記憶ユニット、302a：画像記憶部、303：外部記憶ユニット、304：測色ユニット、305：外部I/Fユニット、305a：インターフェイス部、305b：色変換係数制御部、305c：色変換演算部、401：ダイレクト・ルックアップ・テーブル、402：出力装置、403：色票（色材座標）、404：ニューラルネットワーク、405、406：出力装置モデル、407：色変換ネットワ

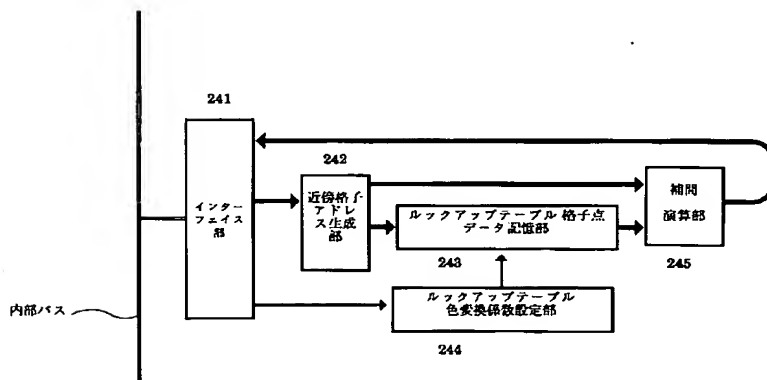
【図1】



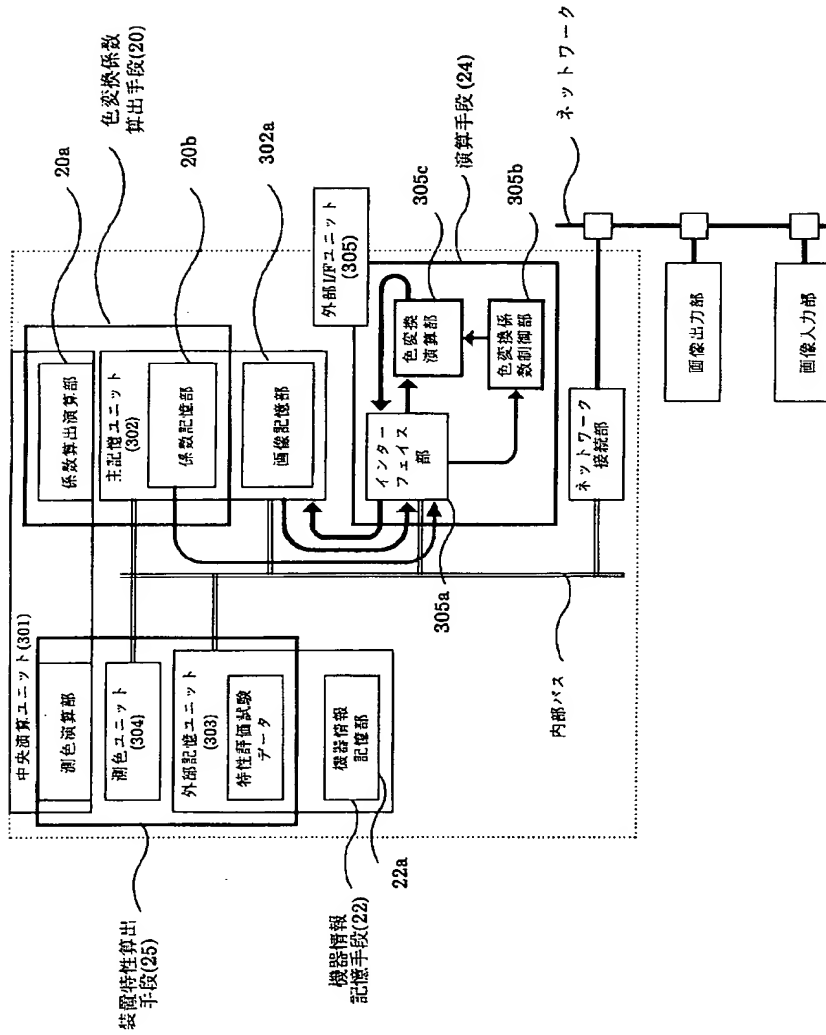
【図2】



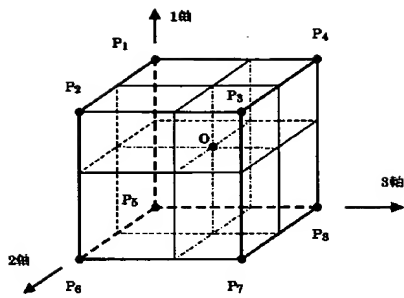
【図4】



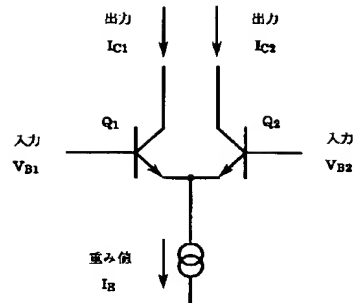
【図3】



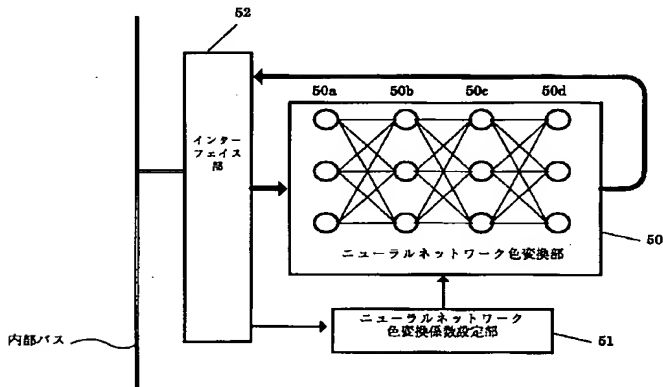
【図5】



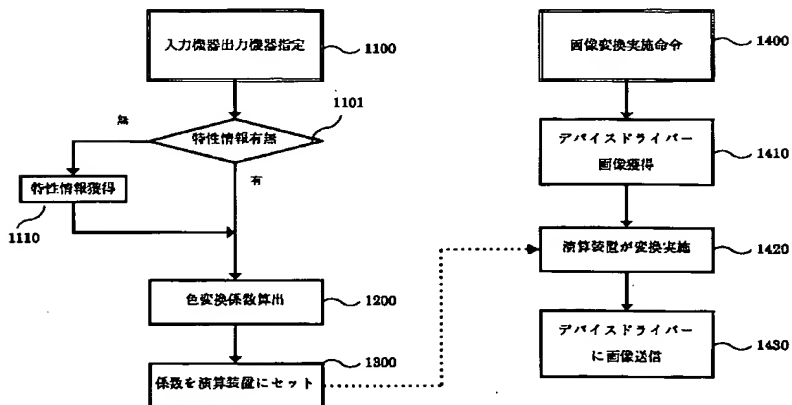
【図8】



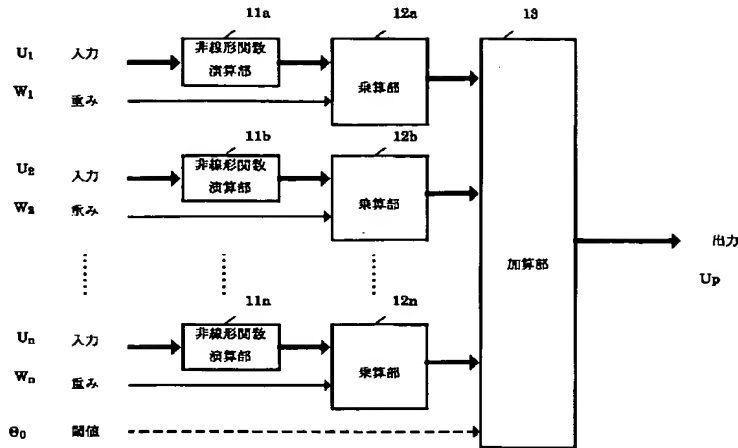
【図6】



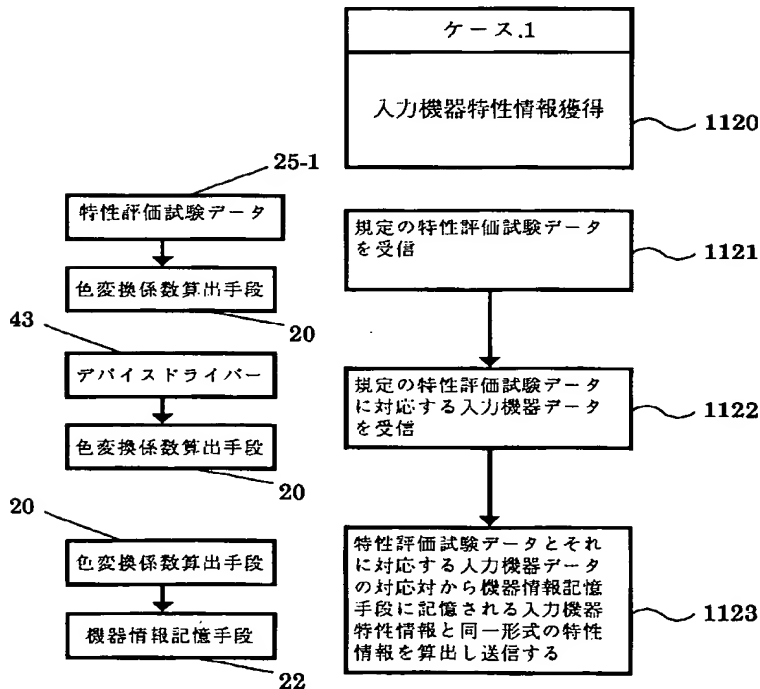
【図9】



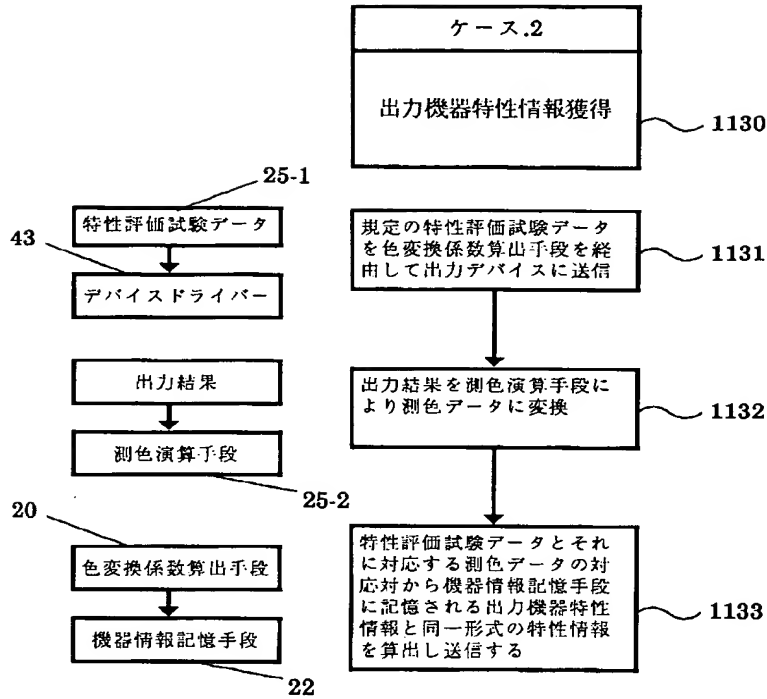
【図7】



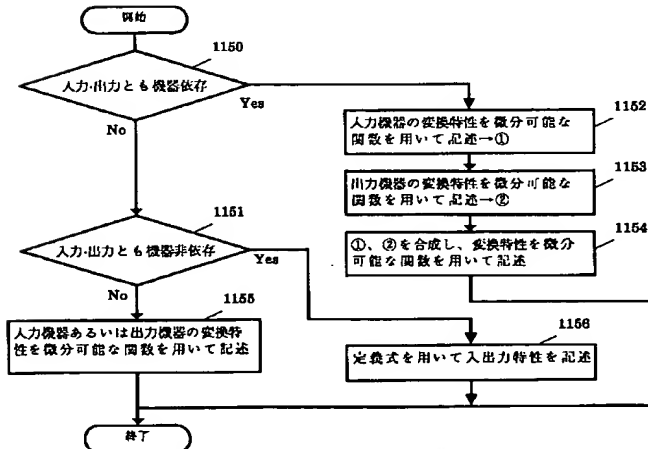
【図10】



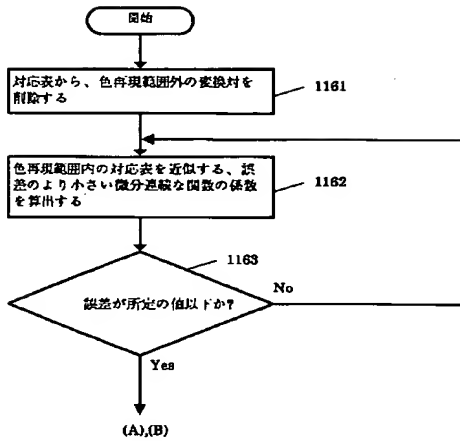
【図11】



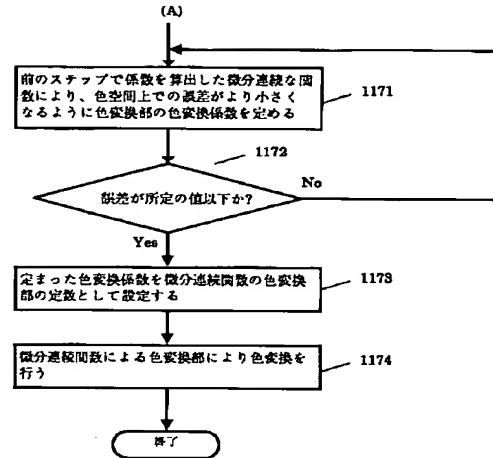
【図12】



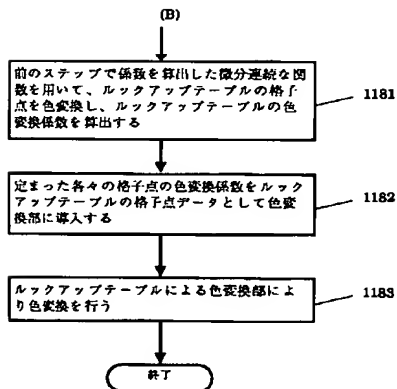
【図13】



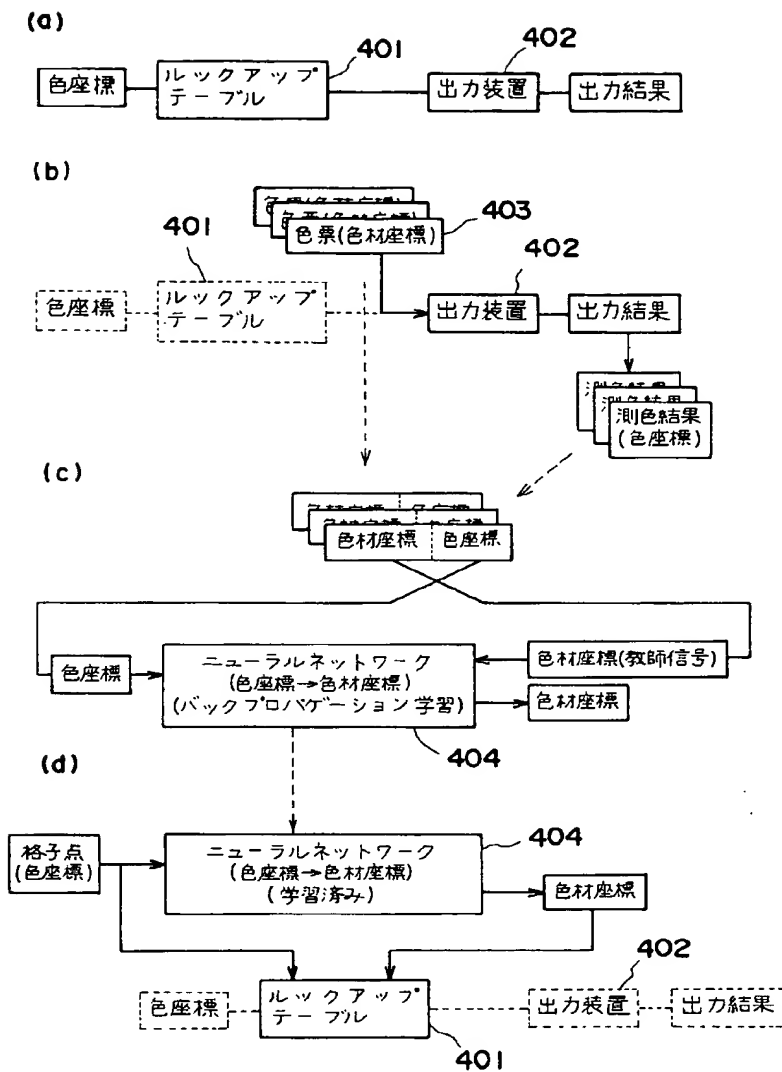
【図14】



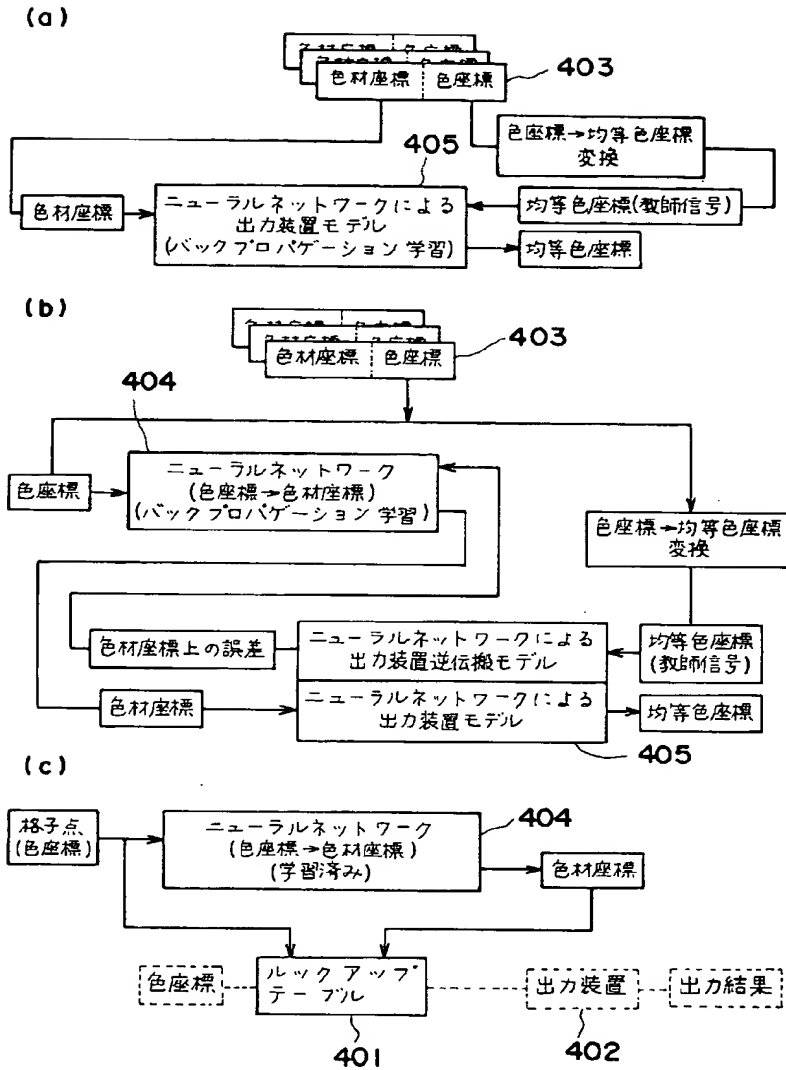
【図15】



【図16】

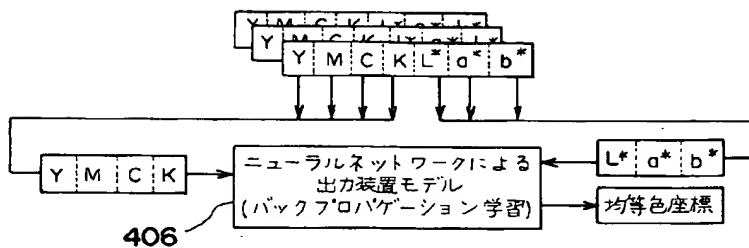


【図17】

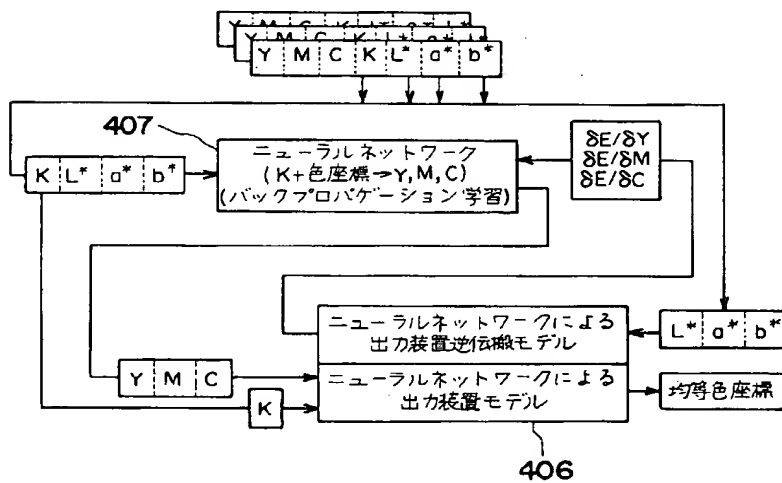


【図18】

(a)

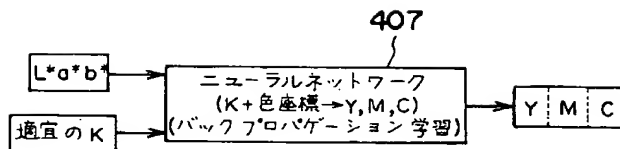


(b)

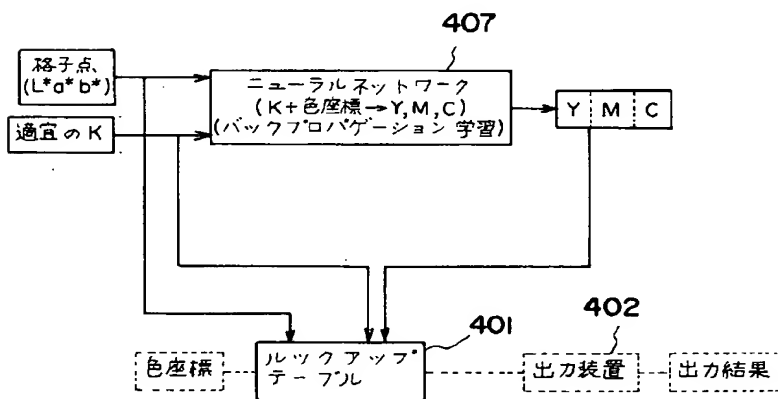


【図19】

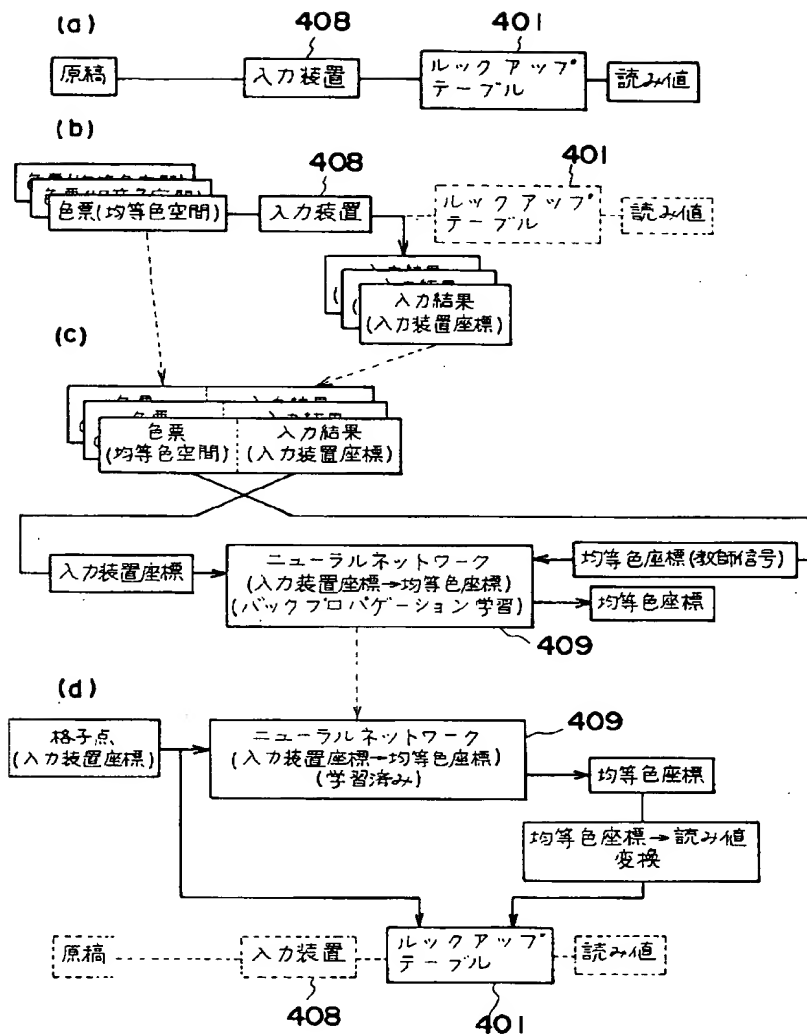
(a)



(b)



【図20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

G 0 9 G 5/06

H 0 4 N 1/60

識別記号

庁内整理番号

9377-5H

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/66

H 0 4 N 1/40

3 1 0

D

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.